

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**



(19)

(11) Publication  
number:

2002372666 A

Generated Document.

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(21) Application number: 2001179767

(51) Intl. Cl.: G02B 15/16 G02B 13/18 G03B 19/02 H04N  
5/232

(22) Application date: 14.06.01

(30) Priority:

(43) Date of application  
publication: 26.12.02

(84) Designated contracting  
states:

(71) Applicant: OLYMPUS OPTICAL CO LTD

(72) Inventor: SHIROTA EIJI

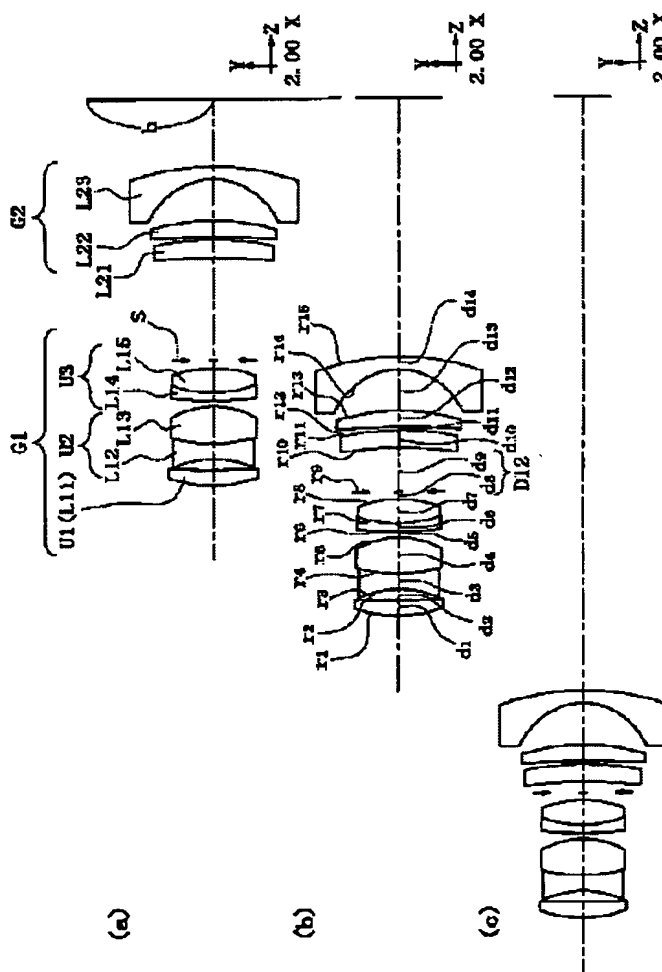
(74) Representative:

### (54) ZOOM OPTICAL SYSTEM AND CAMERA USING IT

(57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide the zoom optical system of a two-group zoom constitution by which the variable power ratio of  $\geq 3$  is attained, whose telephoto ratio is  $\leq 0.85$ , which is miniaturized and has an excellent image formation performance and a camera using it.

**SOLUTION:** In the zoom optical system that is constituted of the first lens group G1 of positive refracting power and the second lens group G2 of negative refracting power in order from an object side and in which each lens group is moved to the object side so as to make an interval between the first lens group G1 and the second lens group G2 smaller at the time of variable power from a wide angle end to a telephoto end, the first lens group G1 is constituted of a first lens unit U1 having the positive refracting power, a second lens unit U2 having the negative refracting power and a third lens unit U3 having the positive refracting power in order from the object side, and a third lens unit U3 is constituted of a doublet and also satisfies conditional expression (1) of  $f_T/f_W > 3 \dots (1)$ , and then,  $f_T$  means the focal distance of the entire system of a most telephoto end and  $f_W$  means the focal distance of the entire system of a most wide angle end.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-372666

(P2002-372666A)

(43) 公開日 平成14年12月26日 (2002. 12. 26)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード (参考)
G 0 2 B 15/16		G 0 2 B 15/16	2 H 0 5 4
	13/18		2 H 0 8 7
G 0 3 B 19/02		G 0 3 B 19/02	5 C 0 2 2
H 0 4 N 5/232		H 0 4 N 5/232	A

審査請求 有 請求項の数 8 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2001-179767(P2001-179767)

(22) 出願日 平成13年6月14日 (2001. 6. 14)

(71) 出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72) 発明者 城田 英二

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ

ンパス光学工業株式会社内

(74) 代理人 100065824

弁理士 篠原 泰司 (外1名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ズーム光学系およびそれを用いたカメラ

(57) 【要約】

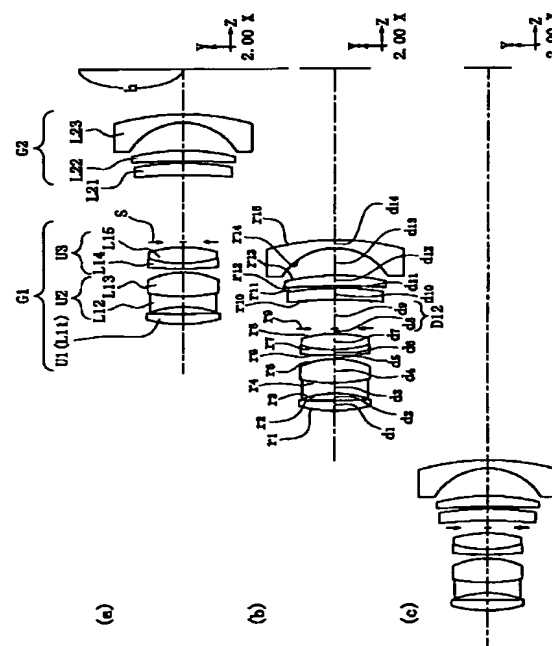
【課題】 変倍比が3以上を達成し、且つ、テレフォト比が0.85以下の小型で結像性能が良好な2群ズーム構成のズーム光学系およびそれを用いたカメラを提供する。

【解決手段】 物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する第2レンズ群G2とで構成され、広角端から望遠端への変倍の際に、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔が減少するように、各レンズ群を物体側に移動させるズーム光学系において、第1レンズ群G1が、物体側より順に正の屈折力を有する第1レンズユニットU1と、負の屈折力を有する第2レンズユニットU2と、正の屈折力を有する第3レンズユニットU3とで構成され、第3レンズユニットU3が、接合レンズで構成され、かつ、条件式(1)を満足している。

$$f_1 / f_2 > 3$$

…… (1)

但し、 $f_1$ は最望遠端の全系の焦点距離、 $f_2$ は最広角端の全系の焦点距離である。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群とで構成され、広角端から望遠端への変倍の際に、第1レンズ群と第2レンズ群との間隔が減少するように、各レンズ群を物体側に移動させるズーム光学系において、前記第1レンズ群が、物体側より順に正の屈折力を有する\*

$$f_r / f_w > 3$$

但し、 $f_r$ は最望遠端の全系の焦点距離、 $f_w$ は最広角端の全系の焦点距離である。

【請求項2】 物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群とで構成され、広角端から望遠端への変倍の際に、第1レンズ群と第2レンズ群との間隔が減少するように、各レンズ群を物体側に移動させるズーム光学系において、前記第1レンズ群が、物体側より順に正の屈折力を有する第1のレンズユニットと、負の屈折力を有する第2の※

$$L_r / f_r < 0.85$$

$$1.67 < N_{L2}$$

但し、 $L_r$ は望遠端での全系の全長、 $f_r$ は最望遠端の全系の焦点距離、 $N_{L2}$ は第2レンズ群で最も像側に配置された負レンズの屈折率である。

【請求項3】 物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群とで構成され、広角端から望遠端への変倍の際に、第1レンズ群と第2レンズ群との間隔が減少するように、各レンズ群を物体側に移動させるズーム光学系において、前記第1レンズ群が、正の屈折力を有する第1レンズユニットと、負の屈折力を有する第2レンズユニットと、正の屈折力を有する第3レンズユニットとで構成され、前記第3レンズユニットが、少なくとも1枚の負レンズを有し、前記第2レンズ群が、負の屈折力を有する第21レンズと、正の屈折力を有する第22レンズと、負の屈折力を有する第23レンズとで構成されていることを特徴とするズーム光学系。

【請求項4】 物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群とで構成され、広角端から望遠端への変倍の際に、第1レンズ群と第2レンズ群との間隔が減少するように、各レンズ群を物体側に移動させるズーム光学系において、前記第1レンズ群が、正の屈折力を有する第1レンズユニットと、負の屈折力を有する第2レンズユニットと、正の屈折力を有する第3レンズユニットとで構成され、前記第3レンズユニットが、接合レンズで構成され、前記第2レンズ群が、負の屈折力を有する第21レンズ★

$$f_r / f_w > 2.7$$

但し、 $f_r$ は最望遠端の全系の焦点距離、 $f_w$ は最広角端の全系の焦点距離である。

【請求項7】 請求項1～6のいずれかに記載のズーム光

※る第1レンズユニットと、負の屈折力を有する第2レンズユニットと、正の屈折力を有する第3レンズユニットとで構成され、前記第3レンズユニットが、接合レンズで構成され、かつ、次の条件式(1)を満足することを特徴とするズーム光学系。

$$\dots\dots (1)$$

※レンズユニットと、正の屈折力を有する第3のレンズユニットとで構成され、

前記第3のレンズユニットが、接合レンズで構成され、前記第2レンズ群が、少なくとも1枚の正レンズと、2枚の負レンズとを有し、像側に凸面を向けた負のメニスカスレンズを最も像側に配置して構成され、かつ、次の条件式(2)及び(3)を満足することを特徴とするズーム光学系。

$$\dots\dots (2)$$

$$\dots\dots (3)$$

20★と、負の屈折力を有する第22レンズとで構成され、前記第21レンズが、少なくとも1面の非球面を有することを特徴とするズーム光学系。

【請求項5】 物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群とで構成され、広角端から望遠端への変倍の際に、第1レンズ群と第2レンズ群との間隔が減少するように、各レンズ群を物体側に移動させるズーム光学系において、前記第1レンズ群が、正の屈折力を有する第11レンズと、負の屈折力を有する第12レンズと正の屈折力を有する第13レンズとを接合させたレンズ群と、負の屈折力を有する第14レンズと正の屈折力を有する第15レンズとを接合させたレンズ群とで構成され、前記第2レンズ群が、少なくとも2枚の負レンズを有し、かつ、少なくとも1面の非球面を有することを特徴とするズーム光学系。

【請求項6】 物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群とで構成され、広角端から望遠端への変倍の際に、第1レンズ群と第2レンズ群との間隔が減少するように、各レンズ群を物体側に移動させるズーム光学系において、前記第1レンズ群が、最も物体側に配置された物体側に凸面の正レンズと、正レンズと負レンズとを接合した少なくとも2つの接合レンズとを有し、かつ、次の条件式(11)を満足することを特徴とするズーム光学系。

$$\dots\dots (11)$$

学系と、その像側に配置された撮像範囲を制限する枠を有するフィルム撮影用のカメラ。

【請求項8】 請求項1～6のいずれかに記載のズーム光

学系と、その像側に配置された撮像範囲を制限する電子撮像素子を有する電画撮影用のカメラ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、写真用カメラ、特にレンズシャッターカメラに用いられるズーム光学系およびそれを用いたカメラに関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、レンズシャッターカメラはズームレンズを備えたカメラが一般的となり、小型で高変倍の撮影レンズを搭載したカメラが望まれるようになってきた。そして、変倍比（最広角端の全系の焦点距離に対する最望遠端の全系の焦点距離の比）が2～3程度のズームレンズは、物体より順に配置された正、負の屈折力を持つ2群ズーム構成のものが、また、変倍比3～4.5程度のズームレンズは、物体より順に配置された正、正、負の屈折力を持つ3群ズーム構成のものが、夫々一般的に用いられるようになってきた。

【0003】3群ズーム構成のズームレンズは、広角端と望遠端との間でズーミングする際の収差変動を小さく抑えることができる。しかし、構造上、2群ズーム構成のものに比べて大型で構造が複雑になり、構成レンズ枚数も増え、1群のレンズ系が大きくなり、これらがすべてコストアップに繋がる要因となる。

【0004】他方、2群ズーム構成のズームレンズは、レンズ枚数を少なくでき、構造が簡略化されるため、カメラとして小型・軽量化ができると共に、コスト面においても有利となる。そこで、小型のコンパクトカメラ用のズームレンズには2群ズーム構成が用いられることが多い。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし、従来の2群ズーム構成のズームレンズには、小型・高変倍化すると収倍

$$f_r / f_w > 3$$

但し、 $f_r$ は最望遠端の全系の焦点距離、 $f_w$ は最広角端の全系の焦点距離である。

【0008】また、本第2の発明のズーム光学系は、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群とで構成され、広角端から望遠端への変倍の際に、第1レンズ群と第2レンズ群との間隔が減少するように、各レンズ群を物体側に移動させるズーム光学系において、前記第1レンズ群が、物

$$L_r / f_r < 0.85$$

$$1.67 < N_{2,2}$$

但し、 $L_r$ は望遠端での全系の全長、 $f_r$ は最望遠端の全系の焦点距離、 $N_{2,2}$ は第2レンズ群で最も像側に配置された負レンズの屈折率である。

★

$$1.7 < N_{2,2}$$

但し、 $N_{2,2}$ は第2レンズ群で最も像側に配された負レンズの屈折率である。

＊差が大きくなるという問題点があった。このような課題を解決しようと試みた従来技術としては、特開平11-258503号公報、特開平10-48523号公報、特開平8-110468号公報などに記載の通りである。しかしながら、特開平11-258503号公報、特開平8-110468号公報に記載のものは、変倍比は3.3以上であるが、テレフォト比（最望遠端の全系の焦点距離に対する望遠端での全系の全長の比）は0.9以上であり、特開平10-48523号公報に記載のものについても、変倍比が3でテレフォト比は0.9に留まっており、コンパクト化を十分に図ることができず、コスト、大きさの面で好ましいものではなかった。また、鏡枠への負担がかかると同時に、カメラ本体に対してズームレンズの突出量が大きくなってしまい、カメラの重心が前方に偏るため、手ブレが起り易くなるという問題があった。

【0006】そこで、本発明は、上記問題点を鑑み、変倍比が3以上を達成し、且つ、テレフォト比が0.85以下の小型で結像性能が良好な2群ズーム構成のズーム光学系およびそれを用いたカメラを提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】そこで、上記目的を達成するため、本第1の発明のズーム光学系は、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群とで構成され、広角端から望遠端への変倍の際に、第1レンズ群と第2レンズ群との間隔が減少するように、各レンズ群を物体側に移動させるズーム光学系において、前記第1レンズ群が、物体側より順に正の屈折力を有する第1レンズユニットと、負の屈折力を有する第2レンズユニットと、正の屈折力を有する第3レンズユニットとで構成され、前記第3レンズユニットが、接合レンズで構成され、かつ、次の条件式(1)を満足することを特徴としている。

……(1)

＊体側より順に正の屈折力を有する第1のレンズユニットと、負の屈折力を有する第2のレンズユニットと、正の屈折力を有する第3のレンズユニットとで構成され、前記第3のレンズユニットが、接合レンズで構成され、前記第2レンズ群が、少なくとも1枚の正レンズと、2枚の負レンズとを有し、像側に凸面を向けた負のメニスカスレンズを最も像側に配置して構成され、かつ、次の条件式(2)及び(3)を満足することを特徴としている。

……(2)

……(3)

★【0009】また、本第1、2の発明は、次の条件式(4)を満足するのが好ましい。

……(4)

【0010】また、本第1、2の発明は、次の条件式(5)及び(6)を満足するのが好ましい。

5

$$3.8 < f_r / f_1 < 5.5$$

$$-7.0 < f_r / f_2 < -5.0$$

但し、 $f_r$ は最望遠端の全系の焦点距離、 $f_1$ は第1レンズ群の焦点距離、 $f_2$ は第2レンズ群の焦点距離である。

\*

$$0.02 < D_{12} / f_w < 0.06$$

但し、 $D_{12}$ は第1レンズユニットと第2レンズユニットとの間隔、 $f_w$ は最広角端の全系の焦点距離である。

【0012】また、本第1、2の発明は、前記第2レンズ群中に少なくとも1面が非球面であるプラスチック※10

$$0.03 < D_{12} / f_w < 0.05$$

但し、 $D_{12}$ は第1レンズユニットと第2レンズユニットとの間隔、 $f_w$ は最広角端の全系の焦点距離である。

【0014】また、本第1、2の発明は、前記第1レン★

$$N_{1n} > 1.8$$

【0015】また、本第1、2の発明は、少なくとも次☆

$$L_r / f_r < 0.85$$

但し、 $L_r$ は望遠端での全系の全長、 $f_r$ は最望遠端の全系の焦点距離である。

◆

$$0.05 < D_{12} / h < 0.1$$

但し、 $D_{12}$ は第1レンズユニットと第2レンズユニットとの間隔、 $h$ は像面での最大像高である。

【0017】また、本第3の発明のズーム光学系は、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群とで構成され、広角端から望遠端への変倍の際に、第1レンズ群と第2レンズ群との間隔が減少するように、各レンズ群を物体側に移動させるズーム光学系において、前記第1レンズ群が、正の屈折力を有する第1レンズユニットと、負の屈折力を有する第2レンズユニットと、正の屈折力を有する第3レンズユニットとで構成され、前記第3レンズユニットが、少なくとも1枚の負レンズを有し、前記第2レンズ群が、負の屈折力を有する第21レンズと、正の屈折力を有する第22レンズと、負の屈折力を有する第23レンズとで構成されていることを特徴としている。

【0018】また、本第4の発明のズーム光学系は、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負★

$$3.8 < f_r / f_1 < 5.5$$

$$-7.0 < f_r / f_2 < -5.0$$

但し、 $f_r$ は最望遠端の全系の焦点距離、 $f_1$ は第1レンズ群の焦点距離、 $f_2$ は第2レンズ群の焦点距離である。

※

$$0.02 < D_{12} / f_w < 0.06$$

但し、 $D_{12}$ は第1レンズユニットと第2レンズユニットとの間隔、 $f_w$ は最広角端の全系の焦点距離である。

【0022】また、本第3、4の発明は、前記第1レン★

$$N_{1n} > 1.8$$

【0023】また、本第3、4の発明は、次の条件式 ☆

$$L_r / f_r < 0.85$$

但し、 $L_r$ は望遠端での全系の全長、 $f_r$ は最望遠端の全

6

……(5)

……(6)

\*【0011】また、本第1、2の発明は、次の条件式(7)を満足するのが好ましい。

……(7)。

※レンズを有するのが好ましい。

【0013】また、本第1、2の発明は、次の条件式(8)を満足するのが好ましい。

……(8)

★ズ群中の任意の負レンズの屈折率を $N_{1n}$ としたとき、次の条件式(9)を満足するのが好ましい。

……(9)

☆の条件式(2)を満足するのが好ましい。

……(2)

◆【0016】また、本第1、2の発明は、次の条件式(10)を満足するのが好ましい。

……(10)

\*の屈折力を有する第2レンズ群とで構成され、広角端から望遠端への変倍の際に、第1レンズ群と第2レンズ群との間隔が減少するように、各レンズ群を物体側に移動させるズーム光学系において、前記第1レンズ群が、正の屈折力を有する第1レンズユニットと、負の屈折力を有する第2レンズユニットと、正の屈折力を有する第3レンズユニットとで構成され、前記第3レンズユニットが、接合レンズで構成され、前記第2レンズ群が、負の屈折力を有する第21レンズと、負の屈折力を有する第22レンズとで構成され、前記第21レンズが、少なくとも1面の非球面を有することを特徴としている。

【0019】また、本第3、4の発明は、前記第2レンズ群中に少なくとも1面が非球面であるプラスチックレンズを有するのが好ましい。

【0020】また、本第3、4の発明は、次の条件式(5)及び(6)を満足するのが好ましい。

……(5)

……(6)

40※【0021】また、本第3、4の発明は、次の条件式(7)を満足するのが好ましい。

……(7)

★ズ群中の任意の負レンズの屈折率を $N_{1n}$ としたとき、次の条件式(9)を満足するのが好ましい。

……(9)

☆ ☆(2)を満足するのが好ましい。

……(2)

50系の焦点距離である。

【0024】また、本第5の発明のズーム光学系は、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群とで構成され、広角端から望遠端への変倍の際に、第1レンズ群と第2レンズ群との間隔が減少するように、各レンズ群を物体側に移動させるズーム光学系において、前記第1レンズ群が、正の屈折力を有する第11レンズと、負の屈折力を有する第12レンズと正の屈折力を有する第13レンズとを接\*

$$3.8 < f_r / f_1 < 5.5 \quad \cdots (5)$$

$$-7.0 < f_r / f_2 < -5.0 \quad \cdots (6)$$

但し、 $f_r$ は最望遠端の全系の焦点距離、 $f_1$ は第1レンズ群の焦点距離、 $f_2$ は第2レンズ群の焦点距離である。

【0026】また、本第5の発明は、前記第1レンズ群が、物体より順に第11レンズよりなる正の屈折力を有\*

$$0.02 < D_{12} / f_{\phi} < 0.06 \quad \cdots (7)$$

但し、 $D_{12}$ は第1レンズユニットと第2レンズユニットとの間隔、 $f_{\phi}$ は最広角端の全系の焦点距離である。

【0027】また、本第5の発明は、前記第2レンズ群中に少なくとも1面が非球面であるプラスチックレン★20

$$N_{1n} > 1.8$$

【0029】また、本第5の発明は、次の条件式(2)を ☆

$$L_r / f_r < 0.85$$

但し、 $L_r$ は望遠端での全系の全長、 $f_r$ は最望遠端の全系の焦点距離である。

【0030】本第6の発明のズーム光学系は、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群とで構成され、広角端から望遠端への変倍の際に、第1レンズ群と第2レンズ群との間◆

$$f_r / f_{\phi} > 2.7$$

但し、 $f_r$ は最望遠端の全系の焦点距離、 $f_{\phi}$ は最広角端の全系の焦点距離である。 \*

$$3.8 < f_r / f_1 < 5.5 \quad \cdots (5)$$

$$-7.0 < f_r / f_2 < -5.0 \quad \cdots (6)$$

但し、 $f_r$ は最望遠端の全系の焦点距離、 $f_1$ は第1レンズ群の焦点距離、 $f_2$ は第2レンズ群の焦点距離である。

【0032】また、本第6の発明は、前記第1レンズ群が、物体より順に第11レンズよりなる正の屈折力を有\*

$$0.05 < D_{12} / h < 0.1 \quad \cdots (10)$$

但し、 $D_{12}$ は第1レンズユニットと第2レンズユニットとの間隔、 $h$ は像面での最大像高である。

【0033】また、本第6の発明は、前記第2レンズ群中に少なくとも1面が非球面であるプラスチックレン★

$$N_{1n} > 1.8$$

【0035】また、本第6の発明は、次の条件式(2)を ☆

$$L_r / f_r < 0.85$$

但し、 $L_r$ は望遠端での全系の全長、 $f_r$ は最望遠端の全系の焦点距離である。

【0036】また、本第7の発明のズーム光学系を用い 50

\* 合させたレンズ群と、負の屈折力を有する第14レンズと正の屈折力を有する第15レンズとを接合させたレンズ群とで構成され、前記第2レンズ群が、少なくとも2枚の負レンズを有し、かつ、少なくとも1面の非球面を有することを特徴としている。

【0025】また、本第5の発明は、次の条件式(5)及び(6)を満足するのが好ましい。

※する第1レンズユニットと、接合レンズよりなる負の屈折力を有する第2レンズユニットと、接合レンズよりなる正の屈折力を有する第3レンズユニットとで構成され、かつ、次の条件式(7)を満足するのが好ましい。

★ズを有するのが好ましい。

【0028】また、本第5の発明は、前記第1レンズ群中の任意の負レンズの屈折率を $N_{1n}$ としたとき、次の条件式(9)を満足するのが好ましい。

$$\cdots (9)$$

☆満足するのが好ましい。

$$\cdots (2)$$

◆隔が減少するように、各レンズ群を物体側に移動させるズーム光学系において、前記第1レンズ群が、最も物体側に配置された物体側が凸面の正レンズと、正レンズと負レンズとを接合した少なくとも2つの接合レンズとを有し、かつ、次の条件式(11)を満足することを特徴としている。

$$\cdots (11)$$

\* 【0031】また、本第6の発明は、次の条件式(5)及び(6)を満足するのが好ましい。

$$\cdots (5)$$

$$\cdots (6)$$

※する第1レンズユニットと、接合レンズよりなる負の屈折力を有する第2レンズユニットと、接合レンズよりなる正の屈折力を有する第3レンズユニットとで構成され、かつ、次の条件式(10)を満足するのが好ましい。

$$\cdots (10)$$

★ズを有するのが好ましい。

【0034】また、本第6の発明は、前記第1レンズ群中の任意の負レンズの屈折率を $N_{1n}$ としたとき、次の条件式(9)を満足するのが好ましい。

$$\cdots (9)$$

☆満足するのが好ましい。

$$\cdots (2)$$

たフィルム撮影用のカメラは、本第1～6のいずれかのズーム光学系と、その像側に配置された撮像範囲を制限する枠を有するのが好ましい。

【0037】また、本第8の発明のズーム光学系を用いた電画撮影用のカメラは、本第1～6のいずれかのズーム光学系と、その像側に配置された撮像範囲を制限する電子撮像素子を有するのが好ましい。

【0038】

【発明の実施の形態】まず、本発明の基本概念及び作用について説明する。

【0039】本第1の発明は、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群とで構成され、広角端から望遠端への変倍の際に、第1レンズ群と第2レンズ群との間隔が減少するように、各レンズ群を物体側に移動させる簡易な2群ズームの方式のズーム光学系に適用したものである。

【0040】正負の2群ズームレンズにおいては、正の第1レンズ群の結像性能を負の第2レンズ群で補正しながら拡大するようにしているので、それぞれのレンズ群、特に第1レンズ群での収差発生量を抑えることができるようなレンズ構成が望ましい。そこで、本第1の発明では、第1レンズ群を単焦点レンズとして良好な収差補正の可能な正、負、及び正の屈折力を有するレンズユニットのトリプレット型の3つのレンズユニットで構成している。

【0041】2群ズーム構成で全長の短縮化を図るためには、各レンズ群のパワーを強くして、各レンズ群の全長を短くする必要がある。性能的にはレンズ枚数を増やして、各レンズごとのパワー負担の分担化をすれば収差を良好にすることはできるが、各レンズ群の全長の短縮化を考えると、レンズ枚数の増加は好ましくない。他方、パワーを強くすると、1つのレンズ群全体としての収差の発生量は大きくなるので、各レンズユニットでの収差の補正効果を強める必要がある。絞りに近い第3レンズユニットは、主に球面収差とコマ収差の補正に寄与しており、これを正負のレンズを用いて構成すると高い補正効果が得られるが、その為、高次収差の発生も大きくなる。そこで、本第1の発明のように、第3レンズユニットを接合レンズで構成すれば、高次収差の発生を少なく保ち、且つ、高い収差補正効果を得ることができる。

【0042】本第2の発明は、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群とで構成され、広角端から望遠端への変倍の際に、第1レンズ群と第2レンズ群との間隔が減少するように、各レンズ群を物体側に移動させる簡易な2群ズームの方式のズーム光学系に適用したものである。

【0043】正負の2群ズームレンズにおいては、正の第1レンズ群の結像性能を負の第2レンズ群で補正しながら拡大するようにしているので、それぞれのレンズ群、特に第1レンズ群での収差発生量を抑えることができるようなレンズ構成が望ましい。そこで、本第2の発明では、第1レンズ群には単焦点レンズとして良好な収

差補正の可能な正、負、及び正の屈折力を有するレンズユニットのトリプレット型の3つのレンズユニットで構成している。

【0044】2群ズーム構成で全長の短縮化を図るためには、各レンズ群のパワーを強くして、各レンズ群の全長を短くする必要がある。性能的にはレンズ枚数を増やして、各レンズごとのパワー負担の分担化をすれば収差を良好にすることはできるが、各レンズ群の全長の短縮化を考えると、レンズ枚数の増加は好ましくない。他方、パワーを強くすると、1つのレンズ群全体としての収差の発生量は大きくなるので、各レンズユニットでの収差の補正効果を強める必要がある。絞りに近い第3レンズユニットは、主に球面収差とコマ収差の補正に寄与しており、これを正負のレンズを用いて構成すると高い補正効果が得られるが、その為高次収差の発生も大きくなる。そこで、本第2の発明のように、第3レンズユニットを接合レンズで構成すれば、高次収差の発生を少なく保ち、且つ、高い収差補正効果を得ることができる。また、本第2の発明のように、第2レンズ群を少なくとも正レンズ1枚と、負レンズ2枚とを有して構成すれば、負レンズのパワーを2枚のレンズに分散させて、例えば、曲率を緩くすることができ、収差の発生量ならびに変倍時の収差の変動を抑えることができる。

【0045】本第3の発明は、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群とで構成され、広角端から望遠端への変倍の際に、第1レンズ群と第2レンズ群との間隔が減少するように、各レンズ群を物体側に移動させる簡易な2群ズームの方式のズーム光学系に適用したものである。

【0046】正負の2群ズームレンズにおいては、正の第1レンズ群の結像性能を負の第2レンズ群で補正しながら拡大するようにしているので、それぞれのレンズ群、特に第1レンズ群での収差発生量を抑えることができるようなレンズ構成が望ましい。そこで、本第3の発明では、第1レンズ群には単焦点レンズとして良好な収差補正の可能な正、負、及び正の屈折力を有するレンズユニットのトリプレット型の3つのレンズユニットで構成している。

【0047】2群ズーム構成で全長の短縮化を図るためには、各レンズ群のパワーを強くして、各レンズ群の全長を短くする必要がある。性能的にはレンズ枚数を増やして、各レンズごとのパワー負担の分担化をすれば収差を良好にすることはできるが、各レンズ群の全長の短縮化を考えると、レンズ枚数の増加は好ましくない。他方、パワーを強くすると、1つのレンズ群全体としての収差の発生量は大きくなるので、各レンズユニットでの収差の補正効果を強める必要がある。そこで、本第3の発明では、1群の中で球面収差、コマ収差の補正に大きく寄与している第3の正の屈折率を有するレンズユニットに負レンズを配することで、正のパワーを持ち且つ正



負のレンズの組み合わせにより球面収差、コマ収差を打ち消しあわせて収差を良好に補正している。

【0048】また、本第3の発明の発明では、第2レンズ群を3枚のレンズ構成とし、負レンズのパワーを2枚のレンズに分散させて、例えば、曲率を緩くすることができ、収差の発生量ならびに変倍時の収差の変動を抑えるようにした。この場合、第2レンズ群を負レンズ、正レンズ、負レンズの順に配置することで、第2レンズ群内の間隔の変動による焦点距離の変動への影響を低く抑えることができる。つまり、従来の一般的な正レンズ、負レンズの順、もしくは正レンズ、負レンズ、負レンズの順の配置とした場合、正レンズと最初の負レンズが相応のパワーとメニスカス形状を有するため、それらの空気間隔の変動やこれらの正、負レンズの両側に配置されたレンズの偏心による像面への影響が大きくなるが、本第3の発明のように負レンズ、正レンズ、負レンズの順の配置とすることで、最初の負レンズと正レンズのパワーを小さく抑え、且つ強いメニスカス形状としなくてよいため、これら負レンズと正レンズの偏心の影響を小さくすることができる。したがってコンパクト化を図って2群のパワーを強くしても生産性の良いものとなる。

【0049】本第4の発明は、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群とで構成され、広角端から望遠端への変倍の際に、第1レンズ群と第2レンズ群との間隔が減少するように、各レンズ群を物体側に移動させる簡易な2群ズームの方式のズーム光学系に適用したものである。

【0050】正負の2群ズームレンズにおいては、正の第1レンズ群の結像性能を負の第2レンズ群で補正しながら拡大するようにしているので、それぞれのレンズ群、特に第1レンズ群での収差発生量を抑えることができるようなレンズ構成が望ましい。そこで、本第4の発明では、第1レンズ群には単焦点レンズとして良好な収差補正の可能な正、負、及び正の屈折力を有するレンズユニットのトリプレット型の3つのレンズユニットで構成している。

【0051】2群ズーム構成で全長の短縮化を図るためには、各レンズ群のパワーを強くして、各レンズ群の全長を短くする必要がある。性能的にはレンズ枚数を増やして、各レンズごとのパワー負担の分担化をすれば収差を良好にすることはできるが、各レンズ群の全長の短縮化を考えると、レンズ枚数の増加は好ましくない。他方、パワーを強くすると、1つのレンズ群全体としての収差の発生量は大きくなるので、各レンズユニットでの収差の補正効果を強める必要がある。絞りに近い第3レンズユニットは、主に球面収差とコマ収差の補正に寄与しており、これを正負のレンズを用いて構成すると高い補正効果が得られるが、その為高次収差の発生も大きくなる。そこで、本第4の発明のように、第3レンズユニットを接合レンズで構成すれば、高次収差の発生を少な

く保ち、且つ、高い収差補正効果を得ることができる。

【0052】また、2群ズームでコンパクト化を図ると、望遠端でのベッツバール和が負に行く傾向にありメリディオナルの非点収差が正に大きくなってしまふ。そこで、本第4の発明のように、第2レンズ群に正レンズを含まないようにすれば、望遠端でのベッツバール和を小さくして像面を良好に保つことができる。また、その場合に、単に正レンズを含まないで構成すると収差の適正な補正ができなくなるため、本第4の発明では、非球面を配置することで、第2レンズ群内でも適正な収差の補正を可能としている。

【0053】本第5の発明は、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群とで構成され、広角端から望遠端への変倍の際に、第1レンズ群と第2レンズ群との間隔が減少するように、各レンズ群を物体側に移動させる簡易な2群ズームの方式のズーム光学系に適用したものである。

【0054】正負の2群ズームレンズにおいては、正の第1レンズ群の結像性能を負の第2レンズ群で補正しながら拡大するようにしているので、それぞれのレンズ群、特に第1レンズ群での収差発生量を抑えることができるようなレンズ構成が望ましい。そこで、本第5の発明では、第1レンズ群には単焦点レンズとして良好な収差補正の可能な正、負、及び正の屈折力を有するレンズユニットのトリプレット型の3つのレンズユニットで構成している。特に第11レンズを正の屈折率を有するレンズユニット、負の第12レンズと正の第13レンズとを接合させたレンズ群を負の屈折率を有するレンズユニット、負の第14レンズと正の第15レンズとを接合させたレンズ群を正の屈折率を有するレンズユニットとして構成している。

【0055】2群ズーム構成で全長の短縮化を図るためには、各レンズ群のパワーを強くして、各レンズ群の全長を短くする必要がある。性能的にはレンズ枚数を増やして、各レンズごとのパワー負担の分担化をすれば収差を良好にすることはできるが、各レンズ群の全長の短縮化を考えると、レンズ枚数の増加は好ましくない。他方、パワーを強くすると、1つのレンズ群を構成する各レンズごとのパワーが強くなり、各レンズの曲率半径が小さくなって収差の発生は大きくなる。曲率半径が小さくなると空気レンズによる高次の収差の発生も大きくなる。過剰な高次収差の発生は画面端での収差の状態を悪くしてしまう。そこで、本第5の発明のように、適切な収差補正を行うために、接合レンズを配して構成すれば、空気間隔がある場合に比べて高次の収差の発生を抑えるという効果が得られる。特に第12、13レンズを接合すれば、軸上の色収差を補正し、第14、15レンズを接合すれば、球面収差、コマ収差を良好に補正することができる。

【0056】本第6の発明は、物体側より順に、正の屈

折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群とで構成され、広角端から望遠端への変倍の際に、第1レンズ群と第2レンズ群との間隔が減少するように、各レンズ群を物体側に移動させる簡易な2群ズームの方式のズーム光学系に適用したものである。

【0057】そして、本第6の発明では、最も物体側のレンズ面を物体側に凸面とすることで、軸外光線高の高い第1レンズでの軸外光線の入射角を緩くして収差の発生を抑えている。

【0058】2群ズーム構成で全長の短縮化を図るためには、各レンズ群のパワーを強くして、各レンズ群の全長を短くする必要がある。性能的にはレンズを増やして、各レンズごとのパワー負担の分担化をすることで収差を良好にすることはできるが、各レンズ群の全長の短\*

$$f_1 / f_2 > 3$$

$$f_1 / f_2 > 2.7$$

上記条件式(1)、(11)は、最望遠端での焦点距離と最広角端での焦点距離との比(変倍比)を規定するもので、高変倍のズーム光学系における基本的な条件式である。条件式(11)、より好ましくは条件式(1)を満足すれば、撮影可能な画角の幅が広がり、さまざまなシーンに合ったさまざまな画角で撮影が可能となるのでカメラとしての有用性が向上する。

【0060】 $f_1 / f_2$ の値が条件式(1)、(11)における下限を超えて小さくなると、ズーム全領域での収差補正が容易となるが、高変倍ではなくてしまい目的とする変倍比と異なり、また、第1レンズ群のレンズ構成を※

$$L_1 / f_1 < 0.85$$

上記条件式(2)は、最望遠端での全系の全長と最望遠端での焦点距離との比(テレフォト比)に関するもので、コンパクト化のために満たすべき条件式である。 $L_1 / f_1$ の値が条件式(2)を満足すれば、望遠側の焦点距離を長くしても望遠端でのレンズ全長を短く抑えることができるため、特に第1レンズ群を駆動させる鏡枠への駆動の負担を小さくすることができ、また、レンズ駆動のための電力を抑えることができる。 $L_1 / f_1$ の値が条件式(2)の上限を超えて大きくなると、目的とするテレフォト比と異なり、その場合、各レンズ群のパワーをゆるくしてもよくなり、上述の本第1～第6の発明のようなレンズ構成としなくても収差補正が容易となるため、第1 40

レンズ群を本第1～第6の発明のようなレンズ構成に構★

$$1.67 < N_{1.2}$$

$$1.7 < N_{1.2}$$

上記条件式(3)、(4)は、第2レンズ群の最も像側に配置された負レンズの屈折率を規定するものである。2群ズームで像面に近い位置にある第2レンズ群を3枚以上のレンズで構成すると最終レンズの外径が大きくなってしまいコンパクト化に反してしまふ。 $N_{1.2}$ の値が条件式(3)の下限を超えて小さくなると、バックフォーカスが短くなった場合外径が大きくなってしまい小型化できな

\*縮化を考えると、レンズ枚数の増加は好ましくない。他方、パワーを強くすると、1つのレンズ群を構成する各レンズごとのパワーが強くなり、各レンズの曲率半径が小さくなって収差の発生は大きくなる。曲率半径が小さくなると空気レンズによる高次の収差の発生も大きくなる。過剰な高次収差の発生は画面端での収差の状態を悪くしてしまう。そこで、本第6の発明のように、適切な収差補正を行うために、接合レンズを配して構成すれば、空気間隔がある場合に比べて高次の収差の発生を抑えるという効果が得られる。また、正レンズと負レンズとを接合すれば、軸上色収差に関しても良好に補正することができる。

【0059】次に、本発明に係る各条件式について説明する。

……(1)

……(11)

※上述の本第1～第6の発明のようなレンズ構成としなくても収差補正が容易となるため、第1レンズ群を本第1～第6の発明のようなレンズ構成にしたのでは却ってレンズ枚数が過剰となり、コスト、大きさの面で好ましくない。

【0061】また、条件式(1)、(11)については、 $f_1 / f_2$ の値が3.2を超えて大きくならないのがより好ましい。 $f_1 / f_2$ の値が3.2を超えて大きくなると、少ないレンズ枚数で良好な収差補正を行うことが困難となる。

【0062】

……(2)

★成したのでは却ってレンズ枚数が過剰となり、コンパクト化を十分に図ることができず、コスト、大きさの面で好ましくない。また、鏡枠への負担がかかると同時に、カメラ本体に対してズームレンズの突出量が大きくなってしまい、カメラの重心が前方に偏るため、手ブレが起こりやすくなってしまふ。

【0063】また、条件式(2)については、 $L_1 / f_1$ の値が0.75を下回らないのがより望ましい。 $L_1 / f_1$ の値が0.75を下回ると、少ないレンズ枚数で良好な収差補正を行うことが困難になる。また、縁肉の薄いレンズが多くなり生産性が低下し量産が困難となるためコストの点で好ましくない。

【0064】

……(3)

……(4)

くなる。さらに屈折率が低いので、最終レンズの物体側面の曲率半径が小さくなり、望遠端での球面収差の発生を抑えることができなくなる。 $N_{1.2}$ の値については、下限を条件式(3)から条件式(4)に範囲を限定すると、よりいっそう小型化できる。

【0065】また、条件式(3)、(4)については、 $N_{1.2}$ の値が1.75を超えて大きくならないのがより望まし

い。N<sub>1,2</sub>の値が1.75を超えて大きくなると、収差補正に対するコストが高くなってしまふ。なお、N<sub>1,2</sub> \*

$$3.8 < f_7 / f_1 < 5.5$$

上記条件式(5)は、最望遠端での焦点距離と第1レンズ群の焦点距離との比を規定するものである。f<sub>7</sub>/f<sub>1</sub>の値が条件式(5)の上限を超えて大きくなると、小型化には有利であるが第1レンズ群内で発生する収差を良好に補正できなくなる。f<sub>7</sub>/f<sub>1</sub>の値が条件式(5)の下限を \*

$$-7.0 < f_7 / f_2 < -5.0$$

上記条件式(6)は、最望遠端での焦点距離と第2レンズ群の焦点距離との比を規定するものである。f<sub>7</sub>/f<sub>2</sub>の値が条件式(6)の上限を超えて大きくなると、性能的には良好なものとなるが第1レンズ群の移動量が大きくなるので全長が大きくなってしまい小型化できなくなる。f<sub>7</sub>/f<sub>2</sub>の値が条件式(6)の下限を超えて小さくなると、小型化には有利であるが第2レンズ群内で発生する★

$$0.02 < D_{12} / f_{\phi} < 0.06$$

$$0.03 < D_{12} / f_{\phi} < 0.05$$

$$0.05 < D_{12} / h < 0.1$$

上記条件式(7)、(8)、(10)は、第1レンズ群の第1レンズユニットと第2レンズユニットとの空気間隔を規定するものである。D<sub>12</sub>/f<sub>φ</sub>、D<sub>12</sub>/hの値がそれぞれ条件式(7)、(8)、(10)の上限を超えて大きくなると、第1レンズ群のパワーが強くなるが、第1レンズユニットでの軸外光線の入射高が大きくなるので、レンズの外径が大きくなってしまい、さらに第1レンズ群の全長も大きくなり小型化を図れなくなる。また、この場合、外径を小さくすることも可能ではあるが、それでは広角端での周辺光量の落ち込みが大きくなり望ましくない。D<sub>12</sub>/f<sub>φ</sub>、D<sub>12</sub>/hの値がそれぞれ条件式(7)、(8)、(10)の下限を超えて小さくなると、第1レンズ群のパワーが弱くなり移動量が増えるので、小型化を図れなくなる。D<sub>12</sub>/f<sub>φ</sub>の値については、条件式(7)から条件式(8)に範囲を限定するほうが、よりいっそう性能と小型化とのバランスをとることができるので望ましい。

【0069】また、条件式(10)について、D<sub>12</sub>/hの値の下限を0.059とするとより好ましい。また、D<sub>12</sub>/hの値の上限を0.07とすることがより望ましい。

【0070】なお、像高hは、本願発明のズーム光学系★

$$N_{1\phi} > 1.8$$

上記条件式(9)は、第1レンズ群の負レンズの屈折率を規定するものである。2群ズーム構成において小型化を図るには、第1レンズ群、第2レンズ群のパワーを強くする必要がある。しかし、パワーを強くすると各レンズ群の収差の発生は大きくなるので、各レンズ群で適切な補正が必要になってくる。少ないレンズ枚数で1つのレンズ群を形成した場合、小型化にはつながるが、それぞれのレンズの負担が大きくなり（パワーが強くなり）収差の発生が大きくなる。他方、レンズ枚数を増やした場合、収差は補正しやすくなるが全長が大きくなり、コス

\*の値の下限を1.725としてもよい。

【0066】

……(5)

※超えて小さくなると、性能的には良好なものとなるが第2レンズ群の移動量が大きくなるので全長が大きくなってしまい小型化できなくなる。

【0067】

……(6)

10★収差の良好な補正ができなくなる。また、条件式(5)についてf<sub>7</sub>/f<sub>1</sub>の値の下限を4.37、さらには4.6とすることが高性能を維持する上で好ましい。同時に、条件式(6)についてf<sub>7</sub>/f<sub>2</sub>の値の上限を-5.53、さらには-5.80とすることが高性能を維持する上で好ましい。

【0068】

……(7)

……(8)

……(10)

20☆をフィルム撮影用のカメラに用いる場合、ズームレンズの像側に配置された撮像範囲を制限する枠の対角長の半分の長さである。つまり、本発明のズーム光学系を用いて、例えば本第1、第2又は第6の発明において上記条件式(10)を満足するズーム光学系と、その像側に配置された撮像範囲を制限する枠を有し、前記枠の対角長の半分の長さでもって前記像高hを規定するフィルム撮影用のカメラを構成することができる。

【0071】もしくは、像高hは、本願発明のズーム光学系を電画撮影用のカメラに用いる場合、ズームレンズの像側に配置された撮像範囲を制限する電子撮像素子の最大有効撮像範囲の対角長の半分の長さである。つまり、本発明のズーム光学系を用いて、例えば本第1、第2又は第6の発明において上記条件式(10)を満足するズーム光学系と、その像側に配置された撮像範囲を制限する電子撮像素子を有し、前記電子撮像素子の最大有効撮像範囲の対角長の半分の長さでもって前記像高hを規定する電画撮影用のカメラを構成することもできる。

【0072】

……(9)

トも高くなる。そこで、条件式(9)を満たすような負レンズを配置することで、負レンズの枚数を減らし、且つ、収差を良好に保つことができる。下限を超えると、それぞれの負レンズのパワーが強いために短焦点側のベッツバル和が負になりやすくサジタルの非点収差がプラス方向に大きくなる傾向があり望ましくない。

【0073】さらに高い光学性能を得るために、上述した第2レンズ群に少なくとも1面非球面を有して構成することが望ましい。2群ズームレンズでは第2レンズ群での軸外光線の光線高が高くなってしまい、このため軸

外光線の収差の発生量が多くなる。そこで、本発明では非球面を有することにより軸外収差を良好に補正している。

【0074】さらに、上述したような第2レンズ群にプラスチックレンズを有することで、コストの低減を図ることができる。第2レンズ群は第1レンズ群に比べて軸外光線の光線高が大きいため、レンズの外径が大きくなる。外径が大きいうえに非球面を有するようなガラスレンズはコストが非常に高くなってしまふ。そこで、プラスチックを用いればガラスレンズに比べてコストを安くすることができ、非球面レンズも安易に成形できる。また、比重も小さくなり製品の軽量化にも繋がる。

【0075】

【実施例】以下に本発明の実施例を図面及び数値データを用いて説明する。

#### 第1実施例

図1は本発明によるズーム光学系の第1実施例のレンズ構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端での状態を示す。図2は第1実施例における球面収差、非点収差、歪曲収差を示す図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端での状態を示す。第1実施例のズーム光学系は、本第1、2、3、5、6の発明に対応させて構成されている。第1レンズ群G1は、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズユニットU1と、負の屈折力を有する第2レンズユニットU2と、正の屈折力を有する第3レンズユニットU3とで構成されている。第1レンズユニットU1は、物体側が凸面の正レンズL11で構成されている。第2レンズユニットU2は、負レンズL12と正レンズL13との接合レンズで構成されている。第3レンズユニットU3は、負レンズL14と正レンズL15との接合レンズで構成されている。第2レンズ群G2は、物体側より順に、負レンズL21と、正レンズL22と、負レンズL23とで構成されている。負レンズL23は、像側に凸面を向けたメニスカスレンズとして構成されている。

【0076】第1レンズ群G1及び第2レンズ群G2は、広角端から望遠端までの変倍に際して、互いの間隔を減少させながら物体側へ移動するようになっている。また、開口絞りSは、第1レンズ群G1の像面側に設けられており、変倍時は第1レンズ群G1と一体で移動するようになっている。また、負レンズL21は、像側に非球面を有している。

【0077】次に、本実施例にかかるズーム光学系を構成している光学部材の数値データを示す。本実施例の数値データにおいて、 $r_1$ 、 $r_2$ 、…は各レンズ面の曲率半径、 $d_1$ 、 $d_2$ 、…は各レンズの肉厚または空気間隔、 $n_{d1}$ 、 $n_{d2}$ 、…は各レンズのd線での屈折率、 $\nu_{d1}$ 、 $\nu_{d2}$ 、…は各レンズのアッベ数を表している。なお、非球面形状は、光軸方向をz、光軸に直交する方向をyにとり、円錐係数をK、非球面係数を $A_4$ 、 $A_6$ 、 $A_8$ 、 $A_{10}$ 、 $A_{12}$ としたとき、次の式で表される。

とり、円錐係数をK、非球面係数を $A_4$ 、 $A_6$ 、 $A_8$ 、 $A_{10}$ 、 $A_{12}$ としたとき、次の式で表される。

$$z = (y^2/r) / [1 + \{1 - (1+K)(y/r)^2\}^{1/2}] + A_4 y^4 + A_6 y^6 + A_8 y^8 + A_{10} y^{10} + A_{12} y^{12}$$

なお、これらの記号は後述の実施例の数値データにおいても共通である。

#### 【0078】数値データ1

	$r_1 = 19.3110$		
10	$d_1 = 2.0500$	$n_{d1} = 1.63930$	$\nu_{d1} = 44.87$
	$r_2 = 108.4682$		
	$d_2 = 1.3427$		
	$r_3 = -16.7203$		
	$d_3 = 1.9949$	$n_{d3} = 1.83400$	$\nu_{d3} = 37.16$
	$r_4 = 24.0456$		
	$d_4 = 4.6334$	$n_{d4} = 1.48749$	$\nu_{d4} = 70.23$
	$r_5 = -14.8916$		
	$d_5 = 0.6751$		
	$r_6 = 42.7697$		
20	$d_6 = 1.1000$	$n_{d6} = 1.83400$	$\nu_{d6} = 37.16$
	$r_7 = 18.3712$		
	$d_7 = 3.0500$	$n_{d7} = 1.59551$	$\nu_{d7} = 39.24$
	$r_8 = -22.8087$		
	$d_8 = 1.0000$		
	$r_9 = \infty$ (絞り)		
	$d_9 = D9$		
	$r_{10} = -112.6192$		
	$d_{10} = 2.2000$	$n_{d10} = 1.52542$	$\nu_{d10} = 55.78$
	$r_{11} = -1992.6160$ (非球面)		
30	$d_{11} = 0.3500$		
	$r_{12} = -399.7842$		
	$d_{12} = 2.0000$	$n_{d12} = 1.63980$	$\nu_{d12} = 34.46$
	$r_{13} = -43.1727$		
	$d_{13} = 5.1239$		
	$r_{14} = -10.7800$		
	$d_{14} = 1.5083$	$n_{d14} = 1.77250$	$\nu_{d14} = 49.60$
	$r_{15} = -49.8745$		

#### 【0079】非球面係数

##### 第11面

40	$K = 0$		
	$A_4 = -6.4214 \times 10^{-5}$	$A_6 = -4.3211 \times 10^{-7}$	$A_8 = -8.0392 \times 10^{-10}$
	$A_{10} = -2.8158 \times 10^{-11}$		

#### 【0080】ズームデータ

	広角端	中間	望遠端
焦点距離	39.3	69.8	124.06
FNO.	5.6	8.0	12.8
D9	12.72	5.68	1.7

#### 【0081】第2実施例

図3は本発明によるズーム光学系の第2実施例のレンズ構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端での状態を示す。図4は第2実施例における球面収差、非点収差、歪曲収差を示す図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端での状態を示す。第2実施例のズーム光学系は、本第1、2、3、5、6の発明に対応させて構成されている。第1レンズ群G1は、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズユニットU1と、負の屈折力を有する第2レンズユニットU2と、正の屈折力を有する第3レンズユニットU3とで構成されている。第1レンズユニットU1は、物体側が凸面の正レンズL11で構成されている。第2レンズユニットU2は、負レンズL12と正レンズL13との接合レンズで構成されている。第3レンズユニットU3は、負レンズL14と正レンズL15との接合レンズで構成されている。第2レンズ群G2は、物体側より順に、負レンズL21と、正レンズL22と、負レンズL23とで構成されている。負レンズL23は、像側に凸面を向けたメニスカスレンズとして構成されている。

【0082】第1レンズ群G1及び第2レンズ群G2は、広角端から望遠端までの変倍に際して、互いの間隔を減少させながら物体側へ移動するようになっている。また、開口絞りSは、第1レンズ群G1の像面側に設けられており、変倍時は第1レンズ群G1と一体で移動するようになっている。また、負レンズL21は、両面に非球面を有している。

【0083】次に、本実施例にかかるズーム光学系を構成している光学部材の数値データを示す。

#### 数値データ2

$r_1 = 18.4636$   
 $d_1 = 2.0867$        $n_{d1} = 1.65100$        $\nu_{d1} = 56.16$   
 $r_2 = 67.6527$   
 $d_2 = 1.4926$   
 $r_3 = -17.5956$   
 $d_3 = 2.1224$        $n_{d3} = 1.83481$        $\nu_{d3} = 42.72$   
 $r_4 = 15.0282$   
 $d_4 = 3.5931$        $n_{d4} = 1.48749$        $\nu_{d4} = 70.23$   
 $r_5 = -17.2065$   
 $d_5 = 1.1723$   
 $r_6 = 30.3666$   
 $d_6 = 1.2995$        $n_{d6} = 1.80400$        $\nu_{d6} = 46.57$   
 $r_7 = 16.8734$   
 $d_7 = 3.5915$        $n_{d7} = 1.54814$        $\nu_{d7} = 45.79$   
 $r_8 = -16.1815$   
 $d_8 = 1.0000$   
 $r_9 = \infty$  (絞り)  
 $d_9 = D9$   
 $r_{10} = -177.7449$  (非球面)  
 $d_{10} = 2.5999$        $n_{d10} = 1.52542$        $\nu_{d10} = 55.78$

$r_{11} = 203.1547$  (非球面)  
 $d_{11} = 0.3492$   
 $r_{12} = 48.5000$   
 $d_{12} = 1.9752$        $n_{d12} = 1.59270$        $\nu_{d12} = 35.31$   
 $r_{13} = 284.6343$   
 $d_{13} = 4.9357$   
 $r_{14} = -10.6981$   
 $d_{14} = 1.7867$        $n_{d14} = 1.73400$        $\nu_{d14} = 51.47$   
 $r_{15} = -50.6583$

#### 【0084】非球面係数

##### 第10面

$K = 0$

$A_4 = 7.101 \times 10^{-5}$        $A_6 = -1.6049 \times 10^{-7}$        $A_8 = 2.6141 \times 10^{-8}$

$A_{10} = -6.7347 \times 10^{-10}$        $A_{12} = 4.2686 \times 10^{-11}$

##### 第11面

$K = 0$

$A_4 = 1.6346 \times 10^{-5}$        $A_6 = -7.1488 \times 10^{-7}$        $A_8 = 1.4268 \times 10^{-8}$

$A_{10} = -1.9005 \times 10^{-10}$

#### 【0085】

##### ズームデータ

	広角端	中間	望遠端
焦点距離	39.3	69.3	122.25
FNO.	5.6	8.0	12.8
D9	11.7	5.37	1.78

#### 【0086】第3実施例

図5は本発明によるズーム光学系の第3実施例のレンズ構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端での状態を示す。図6は第3実施例における球面収差、非点収差、歪曲収差を示す図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端での状態を示す。第3実施例のズーム光学系は、本第1、2、6の発明に対応させて構成されている。第1レンズ群G1は、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズユニットU1と、負の屈折力を有する第2レンズユニットU2と、正の屈折力を有する第3レンズユニットU3とで構成されている。第1レンズユニットU1は、物体側が凸面の正レンズL11で構成されている。第2レンズユニットU2は、負レンズL12と正レンズL13との接合レンズで構成されている。第3レンズユニットU3は、正レンズL14と負レンズL15との接合レンズで構成されている。第2レンズ群G2は、物体側より順に、正レンズL21と、負レンズL22と、負レンズL23とで構成されている。

【0087】第1レンズ群G1及び第2レンズ群G2は、広角端から望遠端までの変倍に際して、互いの間隔を減少させながら物体側へ移動するようになっている。また、開口絞りSは、第1レンズ群G1の像面側に設けられており、変倍時は第1レンズ群G1と一体で移動す

るようになっている。また、負レンズL21は、両面に非球面を有している。

【0088】次に、本実施例にかかるズーム光学系を構成している光学部材の数値データを示す。

#### 数値データ3

$r_1 = 17.8941$		
$d_1 = 2.6996$	$n_{d1} = 1.56384$	$\nu_{d1} = 60.67$
$r_2 = 844.3921$		
$d_2 = 1.5000$		
$r_3 = -16.2341$		
$d_3 = 3.0999$	$n_{d3} = 1.83481$	$\nu_{d3} = 42.72$
$r_4 = 26.6000$		
$d_4 = 3.7093$	$n_{d4} = 1.48749$	$\nu_{d4} = 70.23$
$r_5 = -13.0263$		
$d_5 = 0.2000$		
$r_6 = 53.0097$		
$d_6 = 3.1619$	$n_{d6} = 1.54072$	$\nu_{d6} = 47.23$
$r_7 = -10.6690$		
$d_7 = 1.6000$	$n_{d7} = 1.81600$	$\nu_{d7} = 46.62$
$r_8 = -17.7000$		
$d_8 = 1.0000$		
$r_9 = \infty$ (絞り)		
$d_9 = D9$		
$r_{10} = -36.2094$ (非球面)		
$d_{10} = 2.8520$	$n_{d10} = 1.58423$	$\nu_{d10} = 30.49$
$r_{11} = -22.0119$ (非球面)		
$d_{11} = 2.6385$		
$r_{12} = -10.1006$		
$d_{12} = 1.3000$	$n_{d12} = 1.52542$	$\nu_{d12} = 55.78$
$r_{13} = -15.3934$		
$d_{13} = 2.9406$		
$r_{14} = -10.4837$		
$d_{14} = 1.5000$	$n_{d14} = 1.72916$	$\nu_{d14} = 54.68$
$r_{15} = -32.0284$		

#### 【0089】非球面係数

##### 第10面

$K = 0$

$$A_4 = 1.0801 \times 10^{-4} \quad A_6 = -9.9814 \times 10^{-7} \quad A_8 = 2.1610 \times 10^{-8}$$

$$A_{10} = -1.8577 \times 10^{-10}$$

##### 第11面

$K = 0$

$$A_4 = -5.1159 \times 10^{-7} \quad A_6 = -1.7303 \times 10^{-8} \quad A_8 = 1.9012 \times 10^{-9}$$

$$A_{10} = -2.6971 \times 10^{-10}$$

#### 【0090】

#### ズームデータ

	広角端	中間	望遠端
焦点距離	39.28	68.8	120.82
FNO.	5.6	8.0	12.8
D9	10.03	4.8	1.81

#### 【0091】第4実施例

図7は本発明によるズーム光学系の第4実施例のレンズ構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端での状態を示す。図8は第4実施例における球面収差、非点収差、歪曲収差を示す図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端での状態を示す。第4実施例のズーム光学系は、本第1, 2, 5, 6の発明に対応させて構成されている。第1レンズ群G1は、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズユニットU1と、負の屈折力を有する第2レンズユニットU2と、正の屈折力を有する第3レンズユニットU3とで構成されている。第1レンズユニットU1は、物体側が凸面の正レンズL11で構成されている。第2レンズユニットU2は、負レンズL12と正レンズL13との接合レンズで構成されている。第3レンズユニットU3は、負レンズL14と正レンズL15との接合レンズで構成されている。第2レンズ群G2は、物体側より順に、正レンズL21と、負レンズL22と、負レンズL23とで構成されている。負レンズL23は、像側に凸面を向けたメニスカスレンズとして構成されている。

【0092】第1レンズ群G1及び第2レンズ群G2は、広角端から望遠端までの変倍に際して、互いの間隔を減少させながら物体側へ移動するようになっている。また、開口絞りSは、第1レンズ群G1の像面側に設けられており、変倍時は第1レンズ群G1と一体で移動するようになっている。また、負レンズL21は、両面に非球面を有している。

【0093】次に、本実施例にかかるズーム光学系を構成している光学部材の数値データを示す。

#### 数値データ4

$r_1 = 17.6916$		
$d_1 = 2.5097$	$n_{d1} = 1.64000$	$\nu_{d1} = 60.07$
$r_2 = 125.8189$		
$d_2 = 1.5000$		
$r_3 = -17.3146$		
$d_3 = 1.3000$	$n_{d3} = 1.83481$	$\nu_{d3} = 42.72$
$r_4 = 19.2560$		
$d_4 = 4.6896$	$n_{d4} = 1.48749$	$\nu_{d4} = 70.23$
$r_5 = -17.0261$		
$d_5 = 0.3343$		
$r_6 = 25.8172$		
$d_6 = 1.3003$	$n_{d6} = 1.81600$	$\nu_{d6} = 46.62$
$r_7 = 11.6066$		
$d_7 = 3.7788$	$n_{d7} = 1.54072$	$\nu_{d7} = 47.23$
$r_8 = -16.9552$		

$d_9 = 1.0000$   
 $r_9 = \infty$  (絞り)  
 $d_9 = D9$   
 $r_{10} = -50.5627$  (非球面)  
 $d_{10} = 2.1000$        $n_{d10} = 1.58423$        $\nu_{d10} = 30.49$   
 $r_{11} = -34.5187$  (非球面)  
 $d_{11} = 3.6221$   
 $r_{12} = -10.0258$   
 $d_{12} = 1.3676$        $n_{d12} = 1.48749$        $\nu_{d12} = 70.23$   
 $r_{13} = -15.5406$   
 $d_{13} = 1.9881$   
 $r_{14} = -11.5945$   
 $d_{14} = 1.5000$        $n_{d14} = 1.72916$        $\nu_{d14} = 54.68$   
 $r_{15} = -32.3698$

【0094】非球面係数

第10面

$K = 0$

$A_4 = 1.3507 \times 10^{-4}$        $A_6 = 1.5016 \times 10^{-6}$        $A_8 = -2.4143 \times 10^{-8}$

$A_{10} = 2.3236 \times 10^{-10}$

第11面

$K = 0$

$A_4 = 4.2314 \times 10^{-5}$        $A_6 = 6.3704 \times 10^{-7}$        $A_8 = -1.3199 \times 10^{-8}$

$A_{10} = 1.1577 \times 10^{-10}$

【0095】

ズームデータ

	広角端	中間	望遠端
焦点距離	39.32	68.8	120.63
FNO.	5.6	8.0	12.8
D9	10.41	4.97	1.7

【0096】第5実施例

図9は本発明によるズーム光学系の第4実施例のレンズ構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端での状態を示す。図10は第5実施例における球面収差、非点収差、歪曲収差を示す図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端での状態を示す。第5実施例のズーム光学系は、本第1、4、5、6の発明に対応させて構成されている。第1レンズ群G1は、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズユニットU1と、負の屈折力を有する第2レンズユニットU2と、正の屈折力を有する第3レンズユニットU3とで構成されている。第1レンズユニットU1は、正レンズL11で構成されている。第2レンズユニットU2は、負レンズL12と正レンズL13との接合レンズで構成されている。第3レンズユニットU3は、負レンズL14と正レンズL15との接合レンズで構成されている。第2レンズ群G2は、物体側より順に、負レンズL21と、負レンズL22とで構成されている。

【0097】第1レンズ群G1及び第2レンズ群G2

は、広角端から望遠端までの変倍に際して、互いの間隔を減少させながら物体側へ移動するようになっている。また、開口絞りSは、第1レンズ群G1の像面側に設けられており、変倍時は第1レンズ群G1と一体で移動するようになっている。また、負レンズL21は、像側に非球面を有している。

【0098】次に、本実施例にかかるズーム光学系を構成している光学部材の数値データを示す。

数値データ5

$r_1 = 20.5506$   
 $d_1 = 2.2000$        $n_{d1} = 1.62230$        $\nu_{d1} = 53.17$   
 $r_2 = 116.0868$   
 $d_2 = 1.5247$   
 $r_3 = -17.6875$   
 $d_3 = 1.4040$        $n_{d3} = 1.83400$        $\nu_{d3} = 37.16$   
 $r_4 = 22.7073$   
 $d_4 = 5.5857$        $n_{d4} = 1.48749$        $\nu_{d4} = 70.23$   
 $r_5 = -17.5452$   
 $d_5 = 1.1363$   
 $r_6 = 33.1400$   
 $d_6 = 1.0000$        $n_{d6} = 1.83400$        $\nu_{d6} = 37.16$   
 $r_7 = 14.5848$   
 $d_7 = 3.5547$        $n_{d7} = 1.60342$        $\nu_{d7} = 38.03$   
 $r_8 = -21.2823$   
 $d_8 = 1.0000$   
 $r_9 = \infty$  (絞り)  
 $d_9 = D9$   
 $r_{10} = 430.3596$   
 $d_{10} = 1.8046$        $n_{d10} = 1.52542$        $\nu_{d10} = 55.78$   
 $r_{11} = 329.2117$  (非球面)  
 $d_{11} = 8.3874$   
 $r_{12} = -10.6900$   
 $d_{12} = 1.5000$        $n_{d12} = 1.77250$        $\nu_{d12} = 49.60$   
 $r_{13} = -31.3627$

【0099】非球面係数

第11面

$K = 0$

$A_4 = -5.7519 \times 10^{-5}$        $A_6 = -1.8709 \times 10^{-7}$        $A_8 = -4.4480 \times 10^{-9}$

$A_{10} = 1.1838 \times 10^{-11}$

【0100】

ズームデータ

	広角端	中間	望遠端
焦点距離	39.33	68.8	120.63
FNO.	5.6	8.0	12.8
D9	12	5.56	1.85

【0101】第6実施例

図11は本発明によるズーム光学系の第5実施例のレンズ構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端での状態を示す。図12は第6

実施例における球面収差、非点収差、歪曲収差を示す図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端での状態を示す。第6実施例のズーム光学系は、本第1、4、5、6の発明に対応させて構成されており、基本的構成は第5実施例と同様である。

【0102】次に、本実施例にかかるズーム光学系を構成している光学部材の数値データを示す。

#### 数値データ6

$r_1 = 20.2412$			
$d_1 = 2.2000$	$n_{d1} = 1.62230$	$\nu_{d1} = 53.17$	10
$r_2 = 103.1206$			
$d_2 = 1.5310$			
$r_3 = -17.9651$			
$d_3 = 1.4040$	$n_{d3} = 1.83400$	$\nu_{d3} = 37.16$	
$r_4 = 22.6100$			
$d_4 = 5.5674$	$n_{d4} = 1.48749$	$\nu_{d4} = 70.23$	
$r_5 = -17.7250$			
$d_5 = 1.1810$			
$r_6 = 32.3186$			
$d_6 = 1.0000$	$n_{d6} = 1.83400$	$\nu_{d6} = 37.16$	20
$r_7 = 14.2711$			
$d_7 = 3.5854$	$n_{d7} = 1.60342$	$\nu_{d7} = 38.03$	
$r_8 = -21.4113$			
$d_8 = 1.0000$			

\*

	$f_T/f_W$	$L_T/f_T$	$N_{L23}$	$f_T/f_1$	$f_T/f_2$	$D_{12}/f_W$	$D_{12}/h$	$N_{1N}$
第1実施例	3.15	0.839	1.772	4.38	-5.53	0.034	0.062	1.834
第2実施例	3.11	0.844	1.734	4.5	-5.77	0.038	0.069	1.8348
第3実施例	3.07	0.815	1.728	4.75	-6.42	0.038	0.069	1.8348
第4実施例	3.06	0.816	1.728	4.7	-6.2	0.038	0.069	1.8348
第5実施例	3.06	0.845	-	4.37	-5.81	0.038	0.07	1.834
第6実施例	3.06	0.845	1.7725	4.37	-5.83	0.039	0.07	1.834

【0106】以上説明した本発明のズーム光学系は、図13に斜視図で、図14に断面図でそれぞれ示したような構成のコンパクトカメラ用対物レンズaとして用いられる。図14中、G1は正の屈折力を有する第1レンズ群、G2は負の屈折力を有する第2レンズ群を示している。また、Lbは撮影用光路、Leはファインダー用光路を示しており、撮影用光路Lbとファインダー用光路Leは平行に並んでおり、被写体の像は、ファインダー用対物レンズ、像正立プリズム、絞り、及び接眼レンズからなるファインダーにより観察され、また、撮影用対物レンズaによりフィルム上に結像される。ここで、フィルム直前には、図15に示すような撮影範囲を規定する矩形の開口を持つ枠が配置されている。そして、この枠の対角長が2hである。

$$1.7 < N_{L23}$$

但し、 $N_{L23}$ は第2レンズ群で最も像側に配置された負レンズの屈折率である。

【0110】(2) 次の条件式(5)及び(6)を満足すること★

$$3.8 < f_T / f_1 < 5.5 \quad \cdots (5)$$

$$-7.0 < f_T / f_2 < -5.0 \quad \cdots (6)$$

\*  $r_9 = \infty$  (絞り)

$d_9 = D9$

$r_{10} = 635.4266$

$d_{10} = 1.8213$        $n_{d10} = 1.52542$        $\nu_{d10} = 55.78$

$r_{11} = 322.6434$  (非球面)

$d_{11} = 8.3558$

$r_{12} = -10.5039$

$d_{12} = 1.5000$        $n_{d12} = 1.77250$        $\nu_{d12} = 49.60$

$r_{13} = -29.3897$

【0103】非球面係数

第11面

$K = 0$

$A_4 = -5.5507 \times 10^{-1}$        $A_6 = -4.7376 \times 10^{-7}$        $A_8$

$= 4.5431 \times 10^{-10}$

$A_{10} = -2.0517 \times 10^{-11}$

【0104】

ズームデータ

	広角端	中間	望遠端
焦点距離	39.33	68.8	120.62
FNO.	5.6	8.0	12.8
D9	11.98	5.55	1.86

【0105】次に各実施例の条件式の値を表1に示す。

【表1】

※【0107】また、フィルムの代わりに、CCD等の電子撮像素子を用いて構成されるコンパクトな電子カメラの撮影用対物レンズとして本発明のズーム光学系を用いることができる。その場合、電子撮像素子へ入射する軸上、及び軸外の主光線がほぼ垂直となるように、電子撮像素子の撮像面の直前に正レンズを配置してもよい。この場合は、電子撮像素子の最大有効撮像範囲の対角長が2hである。

【0108】以上説明したように、本発明によるズーム光学系およびそれを用いたカメラは、特許請求の範囲に記載された特徴のほかの下記に示すような特徴も備えている。

【0109】(1) 次の条件式(4)を満足することを特徴とする請求項1又は2に記載のズーム光学系。

$$\cdots (4)$$

★とを特徴とする請求項1、2、上記(1)のいずれかに記載のズーム光学系。



但し、 $f_r$ は最望遠端の全系の焦点距離、 $f_1$ は第1レンズ群の焦点距離、 $f_2$ は第2レンズ群の焦点距離である。

$$0.02 < D_{12} / f_{\theta} < 0.06$$

但し、 $D_{12}$ は第1レンズユニットと第2レンズユニットとの間隔、 $f_{\theta}$ は最広角端の全系の焦点距離である。

【0112】(4) 前記第2レンズ群中に少なくとも1面が非球面であるプラスチックレンズを有することを特徴とする請求項1、2、上記(1)～(3)のいずれか

$$0.03 < D_{12} / f_{\theta} < 0.05 \quad \cdots (7)$$

但し、 $D_{12}$ は第1レンズユニットと第2レンズユニットとの間隔、 $f_{\theta}$ は最広角端の全系の焦点距離である。

【0114】(6) 前記第1レンズ群中の任意の負レン★  
 $N_{1n} > 1.8$

【0115】(7) 次の条件式(10)を満足することを特徴とする請求項1、2、上記(1)～(6)のいずれか☆

$$0.05 < D_{12} / h < 0.1 \quad \cdots (10)$$

但し、 $D_{12}$ は第1レンズユニットと第2レンズユニットとの間隔、 $h$ は像面での最大像高である。

【0116】(8) 前記第2レンズ群中に少なくとも1面が非球面であるプラスチックレンズを有することを

$$3.8 < f_r / f_1 < 5.5 \quad \cdots (5)$$

$$-7.0 < f_r / f_2 < -5.0 \quad \cdots (6)$$

但し、 $f_r$ は最望遠端の全系の焦点距離、 $f_1$ は第1レンズ群の焦点距離、 $f_2$ は第2レンズ群の焦点距離である。

$$0.02 < D_{12} / f_{\theta} < 0.06 \quad \cdots (7)$$

但し、 $D_{12}$ は第1レンズユニットと第2レンズユニットとの間隔、 $f_{\theta}$ は最広角端の全系の焦点距離である。

【0119】(11) 前記第1レンズ群中の任意の負レン★  
 $N_{1n} > 1.8$

【0120】(12) 次の条件式(2)を満足することを特徴とする請求項3、4、上記(8)～(11)のいずれ★

$$L_r / f_r < 0.85 \quad \cdots (2)$$

但し、 $L_r$ は望遠端での全系の全長、 $f_r$ は最望遠端の全系の焦点距離である。

$$3.8 < f_r / f_1 < 5.5 \quad \cdots (5)$$

$$-7.0 < f_r / f_2 < -5.0 \quad \cdots (6)$$

但し、 $f_r$ は最望遠端の全系の焦点距離、 $f_1$ は第1レンズ群の焦点距離、 $f_2$ は第2レンズ群の焦点距離である。

【0122】(14) 前記第1レンズ群が、物体より順に第11レンズよりなる正の屈折力を有する第1レン★

$$0.02 < D_{12} / f_{\theta} < 0.06 \quad \cdots (7)$$

但し、 $D_{12}$ は第1レンズユニットと第2レンズユニットとの間隔、 $f_{\theta}$ は最広角端の全系の焦点距離である。

【0123】(15) 前記第2レンズ群中に少なくとも1面が非球面であるプラスチックレンズを有することを特徴とする請求項5、上記(13)、(14)のいずれ★

$$N_{1n} > 1.8 \quad \cdots (9)$$

【0111】(3) 次の条件式(7)を満足することを特徴とする請求項1、2、上記(1)、(2)のいずれかに記載のズーム光学系。

$$0.06 \quad \cdots (7)$$

※かに記載のズーム光学系。

【0113】(5) 次の条件式(8)を満足することを特徴とする請求項1、2、上記(1)～(4)のいずれかに記載のズーム光学系。

★ズの屈折率を $N_{1n}$ としたとき、次の条件式(9)を満足することを特徴とする請求項1、2、上記(1)～(5)のいずれかに記載のズーム光学系。

$$\cdots (9)$$

☆に記載のズーム光学系。

◆特徴とする請求項3又は4に記載のズーム光学系。

【0117】(9) 次の条件式(5)及び(6)を満足することを特徴とする請求項3、4、上記(8)のいずれかに記載のズーム光学系。

$$3.8 < f_r / f_1 < 5.5 \quad \cdots (5)$$

$$-7.0 < f_r / f_2 < -5.0 \quad \cdots (6)$$

【0118】(10) 次の条件式(7)を満足することを特徴とする請求項3、4、上記(8)、(9)のいずれかに記載のズーム光学系。

$$0.06 \quad \cdots (7)$$

※ズの屈折率を $N_{1n}$ としたとき、次の条件式(9)を満足することを特徴とする請求項3、4、上記(8)～(10)のいずれかに記載のズーム光学系。

$$\cdots (9)$$

★れかに記載のズーム光学系。

☆【0121】(13) 次の条件式(5)及び(6)を満足することを特徴とする請求項5に記載のズーム光学系。

$$3.8 < f_r / f_1 < 5.5 \quad \cdots (5)$$

$$-7.0 < f_r / f_2 < -5.0 \quad \cdots (6)$$

◆ユニットと、接合レンズよりなる負の屈折力を有する第2レンズユニットと、接合レンズよりなる正の屈折力を有する第3レンズユニットとで構成され、かつ、次の条件式(7)を満足することを特徴とする請求項5又は上記(13)に記載のズーム光学系。

$$0.06 \quad \cdots (7)$$

※れかに記載のズーム光学系。

【0124】(16) 前記第1レンズ群中の任意の負レンズの屈折率を $N_{1n}$ としたとき、次の条件式(9)を満足することを特徴とする請求項5、上記(13)～(15)のいずれかに記載のズーム光学系。

$$\cdots (9)$$

【0125】(17) 次の条件式(2)を満足することを特徴とする請求項5、上記(13)～(16)のいずれ\*

$$L_r / f_r < 0.85 \quad \cdots (2)$$

但し、 $L_r$ は望遠端での全系の全長、 $f_r$ は最望遠端の全系の焦点距離である。

$$3.8 < f_r / f_1 < 5.5 \quad \cdots (5)$$

$$-7.0 < f_r / f_2 < -5.0 \quad \cdots (6)$$

但し、 $f_r$ は最望遠端の全系の焦点距離、 $f_1$ は第1レンズ群の焦点距離、 $f_2$ は第2レンズ群の焦点距離である。

【0127】(19) 前記第1レンズ群が、物体より順に第11レンズよりなる正の屈折力を有する第1レンズ★

$$0.05 < D_{12} / h < 0.1 \quad \cdots (10)$$

但し、 $D_{12}$ は第1レンズユニットと第2レンズユニットとの間隔、 $h$ は像面での最大像高である。

【0128】(20) 前記第2レンズ群中に少なくとも1面が非球面であるプラスチックレンズを有することを特徴とする請求項6、上記(18)、(19)のいずれ☆

$$N_{1n} > 1.8 \quad \cdots (9)$$

【0130】(22) 次の条件式(2)を満足することを特徴とする請求項6、上記(18)～(21)のいずれ◆

$$L_r / f_r < 0.85 \quad \cdots (2)$$

但し、 $L_r$ は望遠端での全系の全長、 $f_r$ は最望遠端の全系の焦点距離である。

【0131】

【発明の効果】以上のように、本発明のズーム光学系によれば、変倍比3以上を達成し、かつ、テレフォト比0.85以下を達成した、小型で結像性能が良好な2群ズーム構成の小型のズーム光学系を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるズーム光学系の第1実施例のレンズ構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端での状態を示す。

【図2】第1実施例における球面収差、非点収差、歪曲収差を示す図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端での状態を示す。

【図3】本発明によるズーム光学系の第2実施例のレンズ構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端での状態を示す。

【図4】第2実施例における球面収差、非点収差、歪曲収差を示す図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端での状態を示す。

【図5】本発明によるズーム光学系の第3実施例のレンズ構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端での状態を示す。

【図6】第3実施例における球面収差、非点収差、歪曲収差を示す図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端での状態を示す。

【図7】本発明によるズーム光学系の第4実施例のレン

\* かに記載のズーム光学系。

※【0126】(18) 次の条件式(5)及び(6)を満足することを特徴とする請求項6に記載のズーム光学系。

★ユニットと、接合レンズよりなる負の屈折力を有する第2レンズユニットと、接合レンズよりなる正の屈折力を有する第3レンズユニットとで構成され、かつ、次の条件式(10)を満足することを特徴とする請求項6又は上記(18)に記載のズーム光学系。

☆ かに記載のズーム光学系。

【0129】(21) 前記第1レンズ群中の任意の負レンズの屈折率を $N_{1n}$ としたとき、次の条件式(9)を満足することを特徴とする請求項6、上記(18)～(20)のいずれかに記載のズーム光学系。

20◆ かに記載のズーム光学系。

$$\cdots (2)$$

ズ構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端での状態を示す。

【図8】第4実施例における球面収差、非点収差、歪曲収差を示す図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端での状態を示す。

【図9】本発明によるズーム光学系の第5実施例のレンズ構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端での状態を示す。

【図10】第5実施例における球面収差、非点収差、歪曲収差を示す図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端での状態を示す。

【図11】本発明によるズーム光学系の第6実施例のレンズ構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端での状態を示す。

【図12】第6実施例における球面収差、非点収差、歪曲収差を示す図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端での状態を示す。

【図13】本発明のズーム光学系を用いたカメラの一例を示す概略斜視図である。

【図14】図13のカメラ内部の概略構成を示す断面図である。

【図15】図14のカメラの枠の対角長を示す説明図である。

【符号の説明】

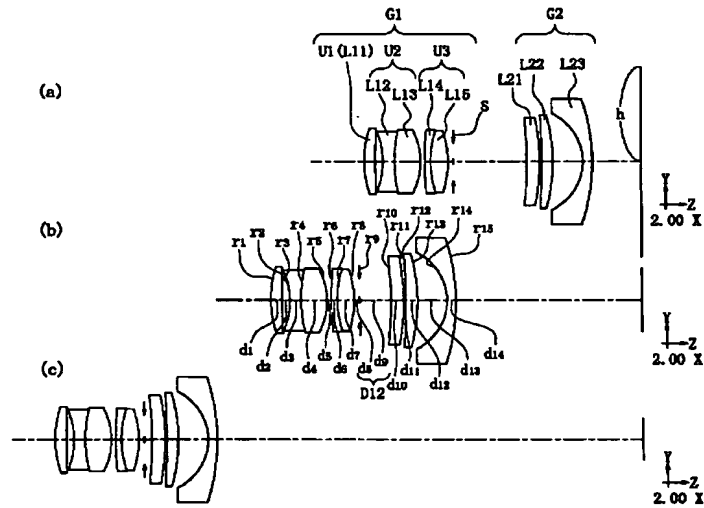
a コンパクトカメラ用対物レンズ  
G1 第1レンズ群  
G2 第2レンズ群  
U1, U2, U3 レンズユニット

50 U1, U2, U3 レンズユニット

31

L11, L12, L13, L14, L15, L21, L22, L23 レンズ \* Le  
S  
Lb 撮影用光路 \*

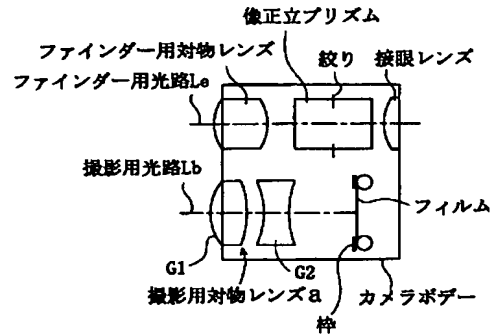
【図1】



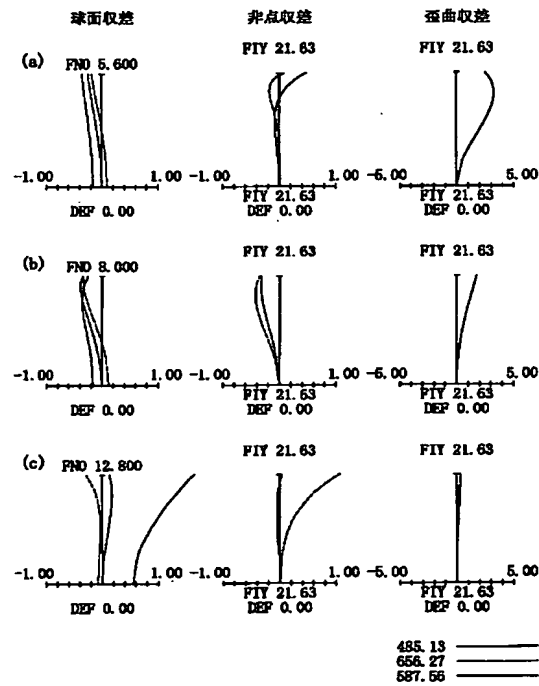
32

ファインダー用光路  
絞り

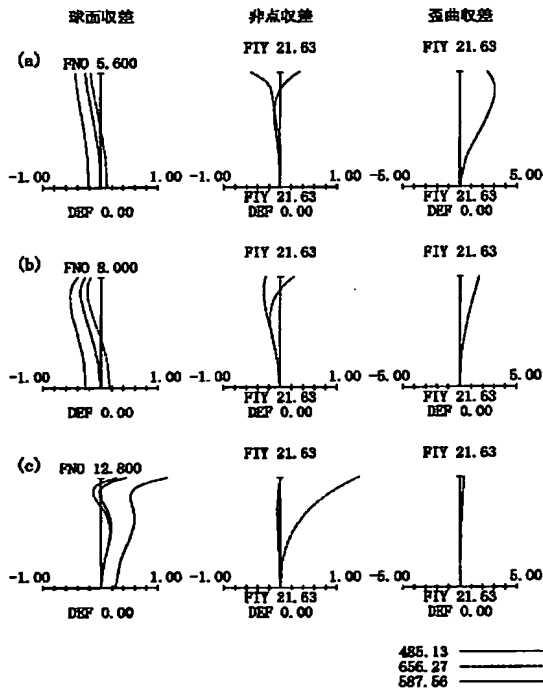
【図14】



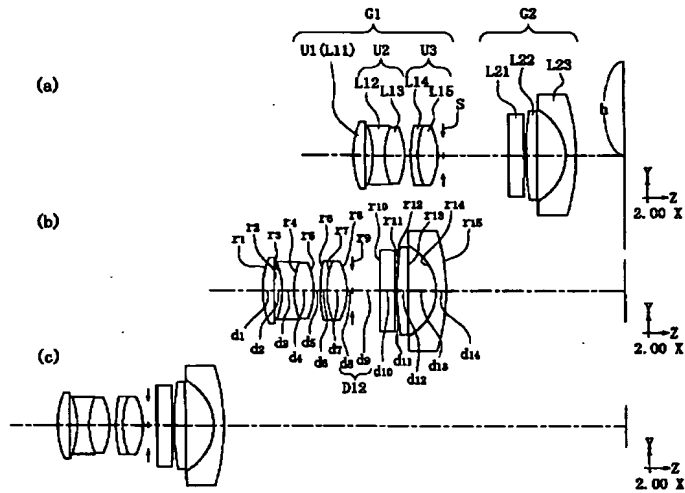
【図2】



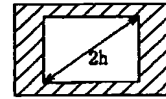
【図4】



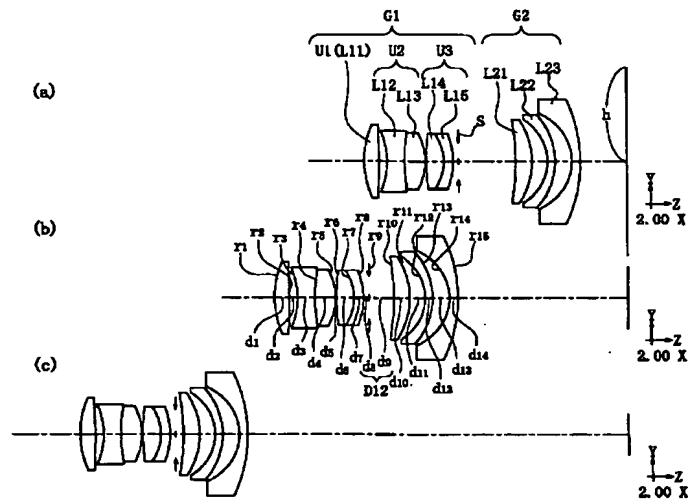
【図3】



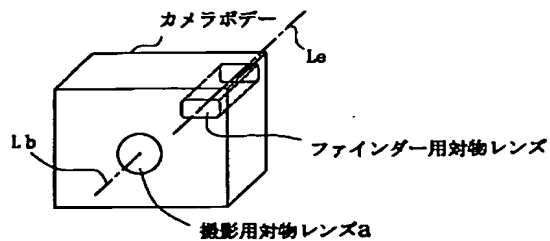
【図15】



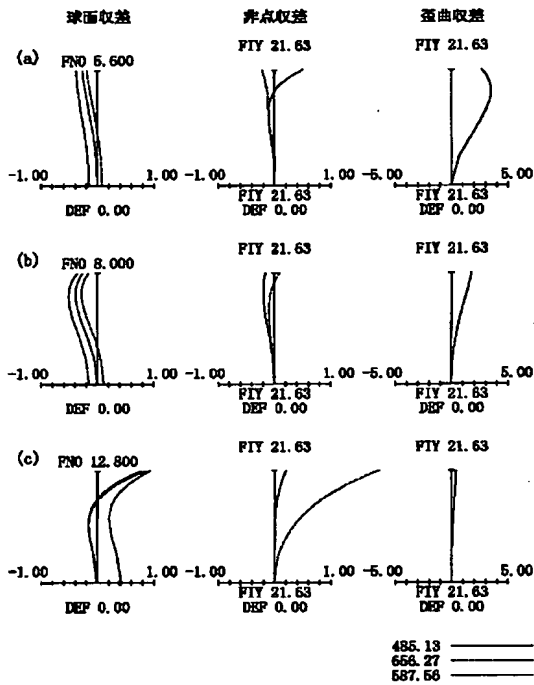
【図5】



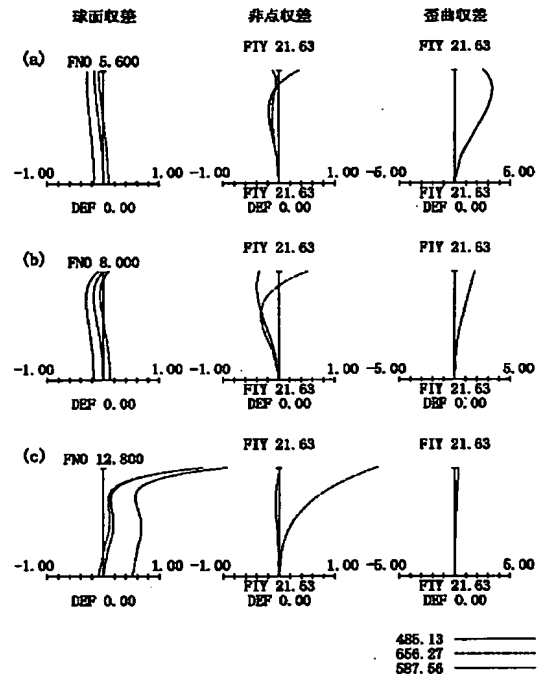
【図13】



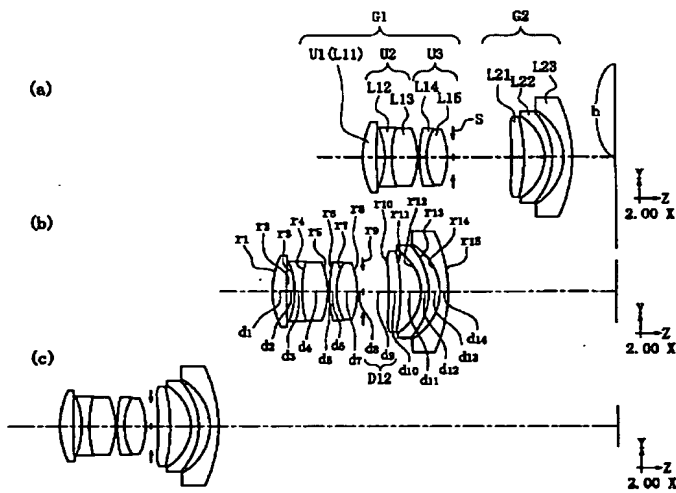
【図6】



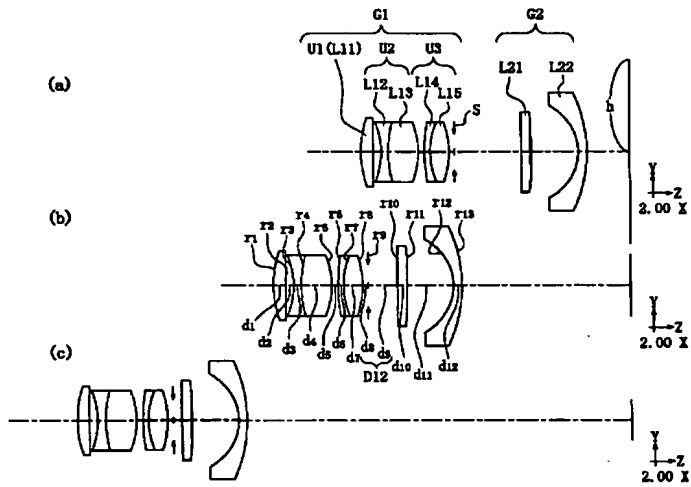
【図8】



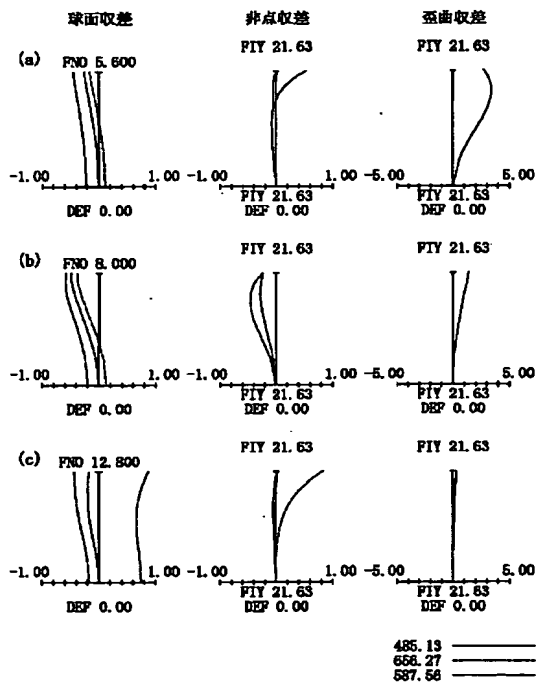
【図7】



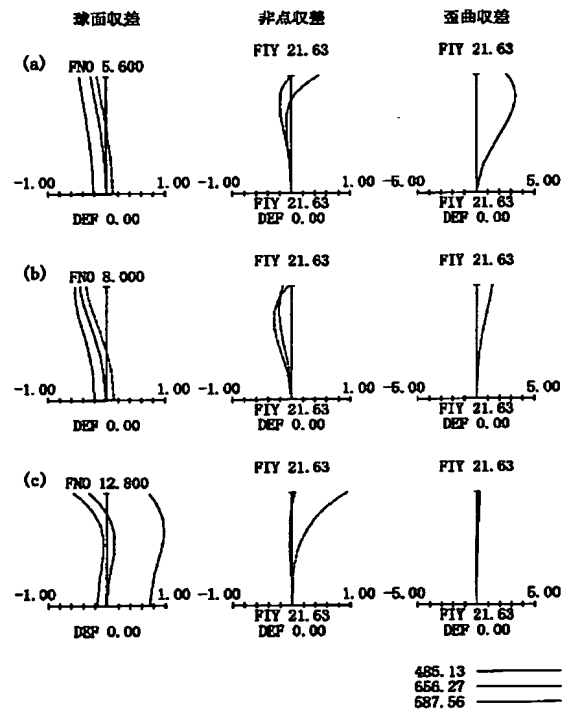
【図9】



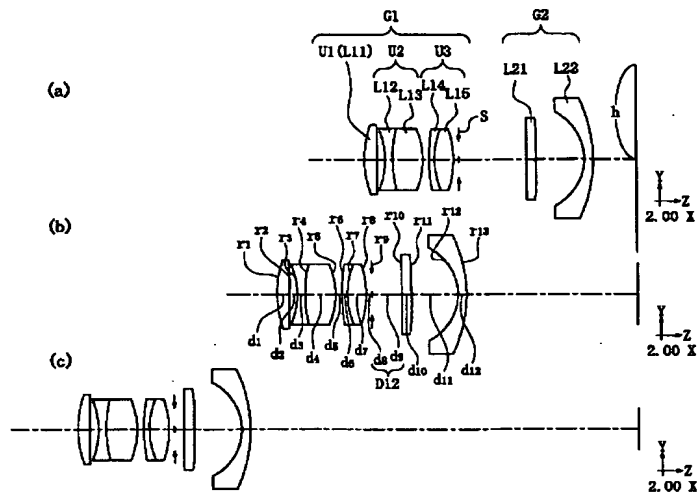
【図10】



【図12】



【図11】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2H054 AA01

2H087 KA02 KA03 PA05 PA06 PA19

PB07 PB08 QA02 QA07 QA12

QA22 QA25 QA37 QA41 QA42

QA45 RA05 RA12 RA13 RA36

SA06 SA10 SA62 SA63 SB06

SB13 SB14

5C022 AA13 AB21 AB66 AC54 AC78